

3722 SPIRAL n. m. Petit ressort enroulé en spirale, attaché par ses extrémités au balancier et au coq. Le spiral est avec le balancier l'organe régulateur de la montre; de sa qualité dépend en partie la précision de la marche de la montre. Dans les premières montres, le balancier (foliot) oscillait sans spiral. La période d'oscillation était irrégulière et aucun réglage n'était possible. On chercha à soumettre les oscillations du balancier à une réaction élastique en le munissant d'une soie de sanglier ou d'un petit ressort droit qui butait contre un plot fixe.

3723 Spiral plat. C. Huygens en 1675, imagina le spiral plat. Ce premier spiral, en cuivre ou en fer, n'avait que quelques spires. Il était bien imparfait mais il apportait au balancier ce qui lui manquait pour atteindre la précision des horloges à pendule.

3724 En 1700, de la Hire proposa le ressort ondoyant.

3725 Le spiral cylindrique, muni de courbes a et b raccordant le spiral au piton et à l'axe du balancier fut appliqué par J. Arnold en 1782. Ces courbes avaient pour but d'obtenir un développement concentrique du spiral pendant les oscillations.

3726 Spiral conique, proposé par Louis Berthoud en 1793.

3727 Spiral sphérique, de F. Houriet.

3728 **A Spiral moderne.** Le spiral plat fixé à la virole v et au piton p, a l'inconvénient de se développer excentriquement pendant l'expansion B et pendant la contraction C. Ce défaut provoque un déséquilibre et des pressions sur les pivots, qui se traduisent par des écarts de marche.

D. Spiral Breguet. A.-L. Breguet eut l'idée de relever la spire extérieure du spiral et de lui donner une forme a b c (obtenue empiriquement) pour réaliser le développement concentrique du spiral.

E. Spiral cylindrique. L'ingénieur français Edouard Phillips donne, en 1861, les conditions théoriques que doivent remplir ces courbes aux deux extrémités du spiral cylindrique. On les nomme depuis courbes Phillips (v. courbe 999). Elles sont appliquées au spiral cylindrique. Ce type de spiral, utilisé dans les chronomètres de marine, est dépourvu de raquette, la spire extérieure est reliée par la courbe a, directement au piton b où se trouve le point réglant.

Les matériaux les plus divers furent utilisés dans la fabrication des spiraux, le fer, le cuivre, l'acier, l'or, le verre, etc. Le spiral en acier trempé a de précieuses qualités élastiques, mais il est magnétique, oxydable, et son coefficient thermique élevé (11 à 13 s) exige un balancier compensateur.

SPIRALFEDER, (SPIRALE) f. Kleiner, spiralförmig aufgerollte Feder, deren Enden an der Unruh, bezw. am Unruhkloben befestigt sind. Der Unruh ist die Spiralfeder das Regulierungsteil von ihrer Beschaffenheit ab.

In den ersten Kleinuhren schwang die Unruh (Foliot) ohne Spiralfeder. Die Schwingungen waren unregelmässig und nicht regulierbar. Man trachtete diese einer elastischen Reaktion zu unterwerfen, indem man sie mit einer Schweinsborste oder einem kleinen, gegen einen Begrenzungsstift anschlagenden geraden Feder versah.

Flache Spiralfeder: 1675 von C. Huygens entdeckt. Sie war aus Kupfer oder Eisen, wies wenige Windungen auf. Trotz ihrer Unvollkommenheit verlieh er der Unruh das, was ihr fehlte, die Genauigkeit der damaligen Pendeluhr zu erreichen.

Um 1700 schlug de la Hire die gewellte Spiralfeder vor.

Die zylindrische Spiralfeder war mit Kurven a und b versehen, die sie mit dem Spiralklotz und der Unruhwellen verbanden. Sie wurde von J. Arnold eingeführt. Die Kurven bewirkten während der Schwingungen die konzentrische Entwicklung der Feder.

Konische Spiralfeder: sie wurde 1793 von Louis Berthoud vorgeschlagen.

Kugelförmige Spiralfeder von F. Houriet.

A. Moderne Spiralfedern:

Die an der Spiralrolle v und am Spiralklotz befestigte flache Spirale weist den Nachteil auf, während der Ausdehnung B und der Zusammenziehung C exzentrisch zu entwickeln. Dies bewirkt Ungleichgewicht und Drücke auf die Zapfen, aus sich Gangabweichungen ergeben.

D. Breguet-Spiralfeder. Dem Uhrmacher Breguet kam der Gedanke, die Endwindungen zu heben, und ihr die (empirisch gebildete) Form a b c zu verleihen, um die konzentrische Entwicklung der Spiralfeder zu erreichen.

E. Zylindrische Spiralfeder. Der französische Ingenieur Eduard Phillips bestimmte 1861 Bedingungen, welche die an beiden Enden zylindrischen Spiralfeder befindliche Kurven füllen müssen. Sie werden seither Phillips genannt (s. Kurve 999). Man wendet sie bei zylindrischen Spiralfedern an, die man in Marinechronometern findet. Diese haben Rückere, und die Aussenwindung wird durch Kurve a direkt mit dem Klotzchen b verbunden, wo auch der Regulierungspunkt liegt.

Zur Herstellung der Spiralfeder wurden verschiedensten Stoffe verwendet: Eisen, Stahl, Gold, Glas usw. Die Spiralfeder aus gutem Stahl weist wertvolle elastische Eigenschaften auf, doch ist sie magnetisch, oxydierbar, und hat einen hohen thermischen Koeffizienten (11–13 s) und eine Kompensations-Unruhe.

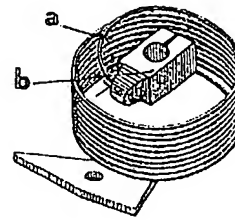
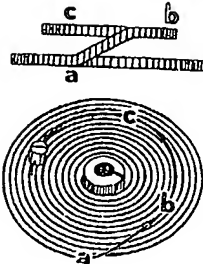
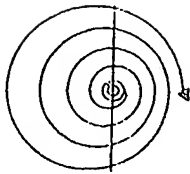
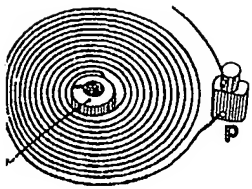
3728 A

B

C

D

E



22 BALANCE-SPRING n. (the term *hairspring* is not recommended). Small spiral spring fixed by its ends to the balance and its cock. The sprung balance regulates the watch, the accuracy of which depends in part on the quality of the balance-spring.

In the first watches, the balance (foliot) had no spring. Its oscillations were irregular, and adjustment was impossible. Attempts were made to give the balance an elastic reaction by fitting it with a hog's bristle or a small straight spring made to strike against a fixed stud.

23 Flat balance-spring. In 1675, C. Huygens invented the flat balance-spring, which was made of copper or iron and had only a few coils. Though imperfect, it gave the balance what it needed to become as accurate as the pendulum of a clock.

24 In 1700, de la Hire suggested the sinuous spring.

25 The helical balance-spring, with curves a and b connecting it to the stud and the balance-staff, was used by J. Arnold in 1782. The purpose of the curves was to ensure that the spring developed concentrically during its oscillations.

26 Conical balance-spring, suggested by L. Berthoud in 1793.

27 Spherical balance-spring of F. Houriet.

28 A Modern balance-spring:

The drawback of the flat balance-spring fixed to the collet v and the stud p is that it develops eccentrically during its expansion B and contraction C. This gives rise to disequilibrium and pressure on the pivots, causing the rate to vary.

D. Breguet overcoil. A. L. Breguet thought of raising the outer coil of the spring and giving it the shape a b c (obtained empirically), to ensure the concentric development of the balance-spring.

E. Helical balance-spring. In 1861, the French engineer Edouard Phillips stated the theoretical conditions for the curves at the two ends of the helical balance-spring. They have since been called Phillips curves (v. curve 999). They apply to the helical balance-spring. This type of spring is used in marine chronometers; it has no index, and the outer coil is directly joined by the curve a to the stud b, where the count-point is located. The most varied materials have been used in making balance-springs, e.g. iron, copper, steel, gold, glass, etc. Hardened steel has valuable elastic properties but is magnetic, subject to oxidation, and its high temperature-coefficient (11 to 13 s.) makes a compensation balance essential.

ESPIRAL m. o f. Antig. *muelle espiral*. Pequeño muelle enrollado en espira, atado por sus extremidades al volante y al puente de volante (« coq »). Con el volante, es el órgano regulador del reloj, cuya precisión de marcha depende en parte de la calidad del espiral.

En los primeros relojes (portátiles), el volante (foliote) oscilaba sin espiral. El período de oscilación era irregular y no había posibilidad de afinación. Se procuró someter las oscilaciones del volante a una reacción elástica, proveyéndolo de una cerda de jabalí o de un pequeño muelle recto que chocaba contra un pitón fijo.

Espiral plano. Imaginado por C. Huygens en 1675. Este primer espiral era de cobre o de hierro y tenía sólo unas pocas espiras. Aunque imperfecto, añadía al volante lo que le faltaba para alcanzar la precisión de los relojes de péndola.

En 1700, de la Hire propuso el **muelle ondulante**.

El **espiral cilíndrico**, provisto de curvas a y b uniendo el espiral al pitón y al eje del volante fué aplicado por J. Arnold en 1782. Estas curvas tenían por objeto obtener un desarrollo concéntrico del espiral durante las oscilaciones.

Espiral cónico: propuesto por Luis Berthoud en 1793.

Espiral esférico de F. Houriet.

A. Espirales modernos:

El espiral plano sujetado a la virola v y al pitón p presenta el inconveniente de desarrollarse excéntricamente durante la expansión B y la contracción C. Este defecto ocasiona un desequilibrio y presiones en los pivotes que se traducen por diferencias de marcha.

D. Espiral Breguet. A.-L. Breguet tuvo la idea de alzar la espira exterior y de darle una forma a b c (obtenida empíricamente) para asegurar el desarrollo concéntrico del espiral.

E. Espiral cilíndrico. El ingeniero francés Eduardo Phillips determinó en 1861 las condiciones teóricas que deben cumplir aquellas curvas en las dos extremidades del espiral. Se las llamó desde entonces **curvas Phillips** (v. curva 999). Se aplican al espiral cilíndrico. Utilizado en los cronómetros de marina, este tipo de espiral está desprovisto de raqueta, siendo la espira exterior directamente unida por la curva a al pitón b, donde se halla el punto « reglante » (punto de contado). En la fabricación de los espirales se utilizaron los materiales más diversos: hierro, cobre, acero, oro, vidrio, etc. El espiral de acero templado tiene valiosas calidades elásticas, pero es magnético, oxidable, y su coeficiente térmico elevado (11 a 13 s) exige un volante compensador.

Spiral compensateur. L'anomalie thermo-élastique des aciers au nickel découverte par le Dr Guillaume et le régleur Paul Perret (v. anomalie 147) permet de fabriquer des spiraux compensateurs associés au balancier monométallique (non compensateur). Mais ces alliages n'avaient pas les qualités élastiques de l'acier trempé. L'adjonction de chrome, de manganèse, de tungstène, de vanadium, de molybdène et d'autres corps a permis d'augmenter la limite élastique, en créant le spiral élinvar (1919). D'autres ont suivi (mételinvar, durinval, isoval, nivarox avec addition de béryllium, etc.). Tous ces alliages sont, à des degrés quelque peu différents, inoxydables, amagnétiques; leurs qualités compensatrices peuvent être résumées dans le tableau suivant:

Qualité	Coefficient thermique	Erreur secondaire
1.	0 à 0,5 s	0 à 3 s
2.	0,5 à 2 s	0 à 3 s
3.	2 à 4 s	0 à 4 s
4.	4 à 5 s	0 à 4 s

Le spiral en acier trempé associé au balancier Guillaume est utilisé dans les chronomètres d'observatoire. Le coefficient thermique varie entre 0 et 0,02 s et l'erreur secondaire entre 0 et 1 s.

3730 SPIRALE n. f. Courbe qui s'écarte progressivement d'un point central appelé pôle.

Spirale d'Archimède, dans laquelle le rayon vecteur d'un point quelconque est proportionnel à l'angle décrit par le rayon depuis le pôle.

Spirale logarithmique. L'angle décrit par le rayon vecteur d'un point est une fonction logarithmique du rayon. Une tangente à la courbe fait un angle constant avec le rayon vecteur.

Spirale à 2, 3 ou 4 centres. On désigne sous ce nom des courbes formées d'arcs de cercle qui ont l'allure d'une spirale.

3731 SPIRALÉ (E) adj. Qui a la forme d'une spirale ou qui s'approche de cette forme. *Un ressort spiralé* (v. ressort 3484 A).

3732 SPIRALMÈTRE n. m. Instrument pour mesurer le couple élastique des spiraux.

Principe: un spiral étalon de couple élastique connu c est fixé sur un axe vertical très libre qui porte une aiguille a pouvant se déplacer sur un cadran fixe b . Le spiral à mesurer, de couple inconnu x , est fixé sur l'axe. Une pince p permet de le tourner d'un angle connu, par exemple de 90°, en partant de la position d'équilibre des deux spiraux. On note la déviation α de l'aiguille et on a:

$$x = c \frac{\alpha}{90 - \alpha}$$

3733 SPIRE n. f. Portion de courbe comprise dans un tour complet (360°). *Les spiraux employés en horlogerie ont de 10 à 18 spires.*

3734 SPOT n. m. Tache lumineuse projetée sur un écran par un faisceau cathodique ou un rayon lumineux.

3735 SQUELETTE n. m. Charpente osseuse de l'homme et des animaux.

Montre-squelette. Montre dont la boîte et diverses parties du mouvement sont faites en matière transparente, laissant voir les organes de la montre.

3735 A Aiguille squelette. Aiguille ajourée dans laquelle on dépose des sels lumineux.

Kompensierende Spiralfeder. Die von Dr. Guillaume und vom Feinsteller Paul Perret entdeckte thermoelastische Anomalie der Nickelstähle (s. Anomalie 147) gestattete die Herstellung kompensierender (ausgleichender) Spiralfedern, verbunden mit einmetallischen (nicht kompensierenden) Unruh. Doch fehlten diesen Legierungen die elastischen Eigenschaften des gehärteten Stahls. Zugaben von Chrom, Mangan, Tungsten, Vanadium, Molybden gestatteten eine Erhöhung der Elastizitätsgrenze. So entstand die Elinvar-Spiralfeder (1919). Weitere Legierungen folgten (Metelinvar, Durinval, Isoval, Nivarox mit Berylliumzusatz usw.). Sie sind alle in verschiedenem Masse unoxydierbar und amagnetisch; ihre kompensierenden Eigenschaften können wie folgt zusammengefasst werden:

Qualität	Thermischer Koeffizient	Sekundärfehler
1	0 - 0,5 s	0 - 3 s
2	0,5 - 2 s	0 - 3 s
3	2 - 4 s	0 - 4 s
4	4 - 5 s	0 - 4 s

Die Spiralfeder aus gehärtetem Stahl wird in Verbindung mit der Guillaume-Unruh in den Sternwarten-Chronometern verwendet. Ihr thermischer Koeffizient schwankt zwischen 0 und 0,02 s, der Sekundärfehler zwischen 0 und 1 s.

SPIRALE (SCHNECKENLINIE) f. Kurve, die sich von einem, Pol genannten Festpunkt stetig entfernt. **Archimedische Spirale:** in welcher der Vektor eines beliebigen Punktes zu dem durch den Halbmesser von Pol aus beschriebenen Winkel proportional ist.

Logarithmische Spirale: in welcher der vom Vektor eines Punktes beschriebene Winkel eine logarithmische Funktion des Halbmessers ist. Eine Tangente zur Kurve bildet mit dem Vektor einen konstanten Winkel.

Spirale mit 2, 3 oder 4 Polen (Zentren): so werden spiralförmige, aus Kreisbögen gebildete Kurven genannt.

SPIRALFÖRMIG adj. Was die Form einer Spirale oder eine spiralförmige Form aufweist. *Eine spiralförmige Feder* (s. Feder 3484 A).

SPIRALMESSER m. Instrument zum Messen des elastischen Drehmoments von Spiralfedern.

Prinzip: eine Normal-Spiralfeder e , deren elastisches Moment bekannt ist, wird an einer senkrechten, frei drehenden Welle befestigt; sie trägt einen Zeiger a , der um ein Zifferblatt b dreht. Die Spiralfeder, deren Elastizität x zu ermitteln ist, wird an der Welle festgemacht. Von der Gleichgewichtsstellung beider Spiralfedern ausgehend dreht man sie mit der Zange p um einen bekannten Winkel (z. B. 90°). Man notiert die Abweichung α des Zeigers und erhält:

$$x = e \frac{\alpha}{90 - \alpha}$$

WINDUNG f. Teil einer Kurve, der einen vollen Kreis (360°) bildet. *Die in der Uhrmacherei verwendeten Spiralfedern haben 10 bis 18 Windungen.*

LICHTPUNKT m. Lichtfleck, der durch ein kathodisches Lichtbündel oder einen Lichtstrahl auf einen Schirm projiziert wird.

SKELETT n. Knochengerüst des Menschen und der Tiere.

Skelettuhr: deren Schale und verschiedene Werkteile aus einem durchsichtigen Stoff hergestellt sind, so dass man das Innere sehen kann.

Skelettzeiger: ausgeschnittener Zeiger, in den man das Leuchtsalz einsetzt.

Compensating balance-spring. The thermo-elastic anomaly of nickel steels, discovered by Dr Guillaume and Paul Perret (v. anomaly 147) made it possible to produce compensating balance-springs for use with a plain monometal balance. But these alloys lacked the elastic properties of hardened steel. The addition of chromium, manganese, tungsten, vanadium, molybdenum and other elements led to the invention of the elinvar balance-spring (1919), with a higher elastic limit. Others followed (metelinvar, durinvar, isoval, nivarox, with the addition of glucinum, etc.). In slightly different degrees, all these alloys are stainless and non-magnetic; their compensating properties are shown below:

Quality	Temperature-coefficient	Middle-temperature error
1	0 to 0.5 s.	0 to 3 s.
2	0.5 to 2 s.	0 to 3 s.
3	2 to 4 s.	0 to 4 s.
4	4 to 5 s.	0 to 4 s.

The hardened-steel balance-spring is used with the Guillaume balance in observatory chronometers. The temperature-coefficient varies between 0 and 0.02 s. and the middle-temperature error between 0 and 1 s.

PIRAL n. Curve that steadily moves outwards from its central point called the *pole*.

Spiral of Archimedes, in which the vector radius of any point is proportional to the angle described by the radius from the pole.

Logarithmic spiral. The angle described by the vector-radius of a point is a logarithmic function of the radius. A tangent to the curve forms a constant angle with the vector radius.

Spiral with 2, 3 or 4 centres, curves formed of circular arcs and having the appearance of a spiral.

PIRAL adj. Having the form of a spiral, or a similar form. *Spiral-coiled spring* (v. spring 3484 A).

ALANCE-SPRING TESTER n. Instrument for measuring the elastic torque of balance-springs. Principle: a standard spring of known elastic torque e is fixed to a vertical spindle that runs freely and carries a hand a , moving over a fixed dial b . The spring to be measured, of unknown torque x , is fixed to the spindle. A clamp enables it to be turned through a known angle, e.g. 90° , from the position of equilibrium of the two springs. The deviation α of the hand is noted:

$$x = e \frac{\alpha}{90 - \alpha}$$

OIL n. Portion of a curve forming a complete turn (360°). The balance-springs used in watches have 10 to 18 coils.

POT n. Luminous point projected on to a screen by a cathode-beam or a light-ray.

KELETON n. Bony framework of man and other vertebrates.

Skeleton watch. Watch in which the case and various parts of the movement are of transparent material, enabling the main parts of the watch to be seen.

Skeleton hand. Hand with apertures, in which luminous salts are placed.

Espiral compensador. Descubierta por el Dr Guillaume y el afinador Pablo Perret, la anomalía termoelástica (v. anomalía 147) de los aceros al níquel permitió fabricar espirales compensadores asociados a volantes monometálicos (no compensadores). Pero estas aleaciones no tenían las cualidades elásticas del acero templado. La adición de cromo, manganeso, tungsteno, vanadio y otros cuerpos permitió aumentar el límite elástico por la creación del espiral elinvar (1919). Otros siguieron (metelinvar, durinvar, isoval, nivarox con adición de berilio, etc.). Todas estas aleaciones son, en grados algo diferentes, inoxidables, amagnéticas; sus calidades compensadoras se pueden resumir en el cuadro siguiente:

Calidad	Coefficiente térmico	Error secundario
1	0 a 0,5 s	0 a 3 s
2	0,5 a 2 s	0 a 3 s
3	2 a 4 s	0 a 4 s
4	4 a 5 s	0 a 4 s

El espiral de acero templado asociado al volante Guillaume se usa en los cronómetros de observatorio. El coeficiente térmico varía entre 0 y 0,02 s y el error secundario entre 0 y 1 s.

ESPIRAL f. Curva que se aparta progresivamente de un punto central llamado polo.

Espiral de Arquímedes: en que el radio vector de un punto cualquiera es proporcional al ángulo descrito por el radio desde el polo.

Espiral logarítmica. El ángulo descrito por el radio vector de un punto es una función logarítmica del radio. Una tangente a la curva da un ángulo constante con el radio rector.

Espiral de 2, 3 o 4 centros: se designan bajo este nombre curvas formadas por arcos de círculo que tienen aspecto de espirales.

ESPIRALADO adj. Que tiene forma de espiral o se acerca a tal forma. Un muelle *espiralado* (v. muelle 3484 A).

ESPIRALÓMETRO m. Instrumento para medir el par elástico de los espirales.

Principio: un espiral patrón de par elástico conocido e está sujetado en un eje vertical muy libre, que lleva una aguja a , desplazable en una esfera fija b . El espiral por medir, de par desconocido x , se sujeta en el eje. Unas pinzas p permiten girarlo hasta un ángulo conocido, por ejemplo de 90° , saliendo de la posición de equilibrio de los dos espirales. Se anota la desviación α de la aguja y se obtiene:

$$x = e \frac{\alpha}{90 - \alpha}$$

ESPIRA f. Porción de curva comprendida en una vuelta completa (360°). Los espirales usados en relojería tienen de 10 a 18 espiras.

«**SPOT**» m. Voz inglesa. Impacto luminoso proyectado en una pantalla por un haz catódico o un rayo luminoso.

ESQUELETO m. Armazón ósea del cuerpo de los vertebrados.

Reloj esqueleto: cuya caja y distintas partes de la máquina están hechas de materia transparente permitiendo ver sus órganos.

Aguja esqueleto: aguja calada que se rellena de sales luminosas.